

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 533 969

②1 N° d'enregistrement national :

83 15566

⑤1 Int Cl<sup>3</sup> : F 02 C 7/042.

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29 septembre 1983.

③0 Priorité DE, 1<sup>er</sup> octobre 1982, n° P 32 36 487.3-13.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 14 du 6 avril 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : DEUTSCHE FOR-  
SCHUNGS- UND VERSUCHSANSTALT FÜR LUFT- UND  
RAUMFAHRT e.V., société de droit allemand. — DE.

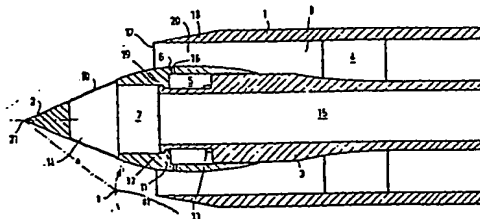
⑦2 Inventeur(s) : Ernst-Otto Krohn.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Jacques Peuscet.

⑤4 Entrée supersonique à symétrie de révolution, destinée à des turboréacteurs.

⑤7 Dans ces entrées a lieu une adaptation au fonctionnement off-design par déplacement axial du corps central 2. Le problème d'adaptation était réglé jusqu'ici par le dimensionnement du système d'entrée en fonction du moins bon cas de fonctionnement, ce par quoi à cause du danger d'instabilité, un fonctionnement subcritique n'est pas admis. Pour empêcher cette instabilité, il faut un déplacement du corps central, automatique, réglé par la pression, lors duquel il est garanti que la ligne de discontinuité *s'* reste, en fonctionnement subcritique, à l'extérieur de l'entrée. Pour cela, l'admission 16 de la conduite de refoulement 6 est dans le canal annulaire 20 entre le corps 2 et l'enveloppe 1. La conduite 6 fournit la pression de signal pour le déplacement du moteur de poussée 19 et la pression de service. L'air aspiré est dirigé vers l'extérieur par la tôle perforée 10, la cavité 14, la chambre de décharge 7 et la conduite d'aspiration 15.



FR 2 533 969 - A1

ENTREE SUPERSONIQUE A SYMETRIE DE REVOLUTION, DESTINEE A  
DES TURBOREACTEURS.

L'invention concerne une entrée supersonique à symétrie de révolution, destinée à des turboréacteurs, comportant  
5 un corps central déplaçable axialement par rapport à un corps suiveur et formant une pointe vers l'avant, un moteur de poussée déplaçant le corps central et actionné en fonction d'une pression régnant à l'extérieur du corps central, ainsi qu'une enveloppe entourant, avec une distance radiale, au  
10 moins une partie du corps central et reliée par des étais au corps suiveur.

Avec de pareilles entrées supersoniques, l'air arrivant à une vitesse supersonique est ralenti à une vitesse subsonique par l'intermédiaire de plusieurs jets obliques et  
15 d'un jet de fermeture. En cas de fonctionnement supercritique de l'entrée supersonique, le jet de fermeture est quelque part dans le diffuseur subsonique, qui s'étend de la section transversale la plus étroite de l'entrée d'air jusqu'à l'entrée du réacteur. Quand la pression augmente  
20 dans le réacteur, le jet de fermeture se déplace vers l'avant et, en cas de fonctionnement critique d'entrée, il se trouve dans la zone de la section transversale la plus étroite du canal annulaire qui est dans l'entrée supersonique. En fonctionnement subcritique, le jet de fermeture est devant  
25 l'enveloppe d'entrée et il provoque un débit d'air réduit, de sorte qu'on risque des bourdonnements d'entrée. On distingue essentiellement deux genres de bourdonnements. Dans l'instabilité de Dailey, le bourdonnement est causé par une interférence jet-couche limite sur le corps central. L'instabilité de Ferri, dont il s'agit ici, peut se produire  
30 dans les conditions suivantes: en fonctionnement subcritique, le jet de fermeture, qui s'étend verticalement depuis l'enveloppe d'entrée, croise le jet oblique venant de la pointe centrale. Du point d'intersection il part une ligne de discontinuité, qui sépare deux zones de flux de même  
35 pression statique, mais de pressions de repos différentes

et donc de vitesses différentes. Quand cette ligne pénètre dans l'entrée, il peut se produire un bourdonnement. Cette condition est par exemple réalisée avec un nombre de Mach de flux  $M = 2,0$  pour un demi-angle de cône  $> 15^\circ$  sur la  
5 pointe de corps central ou, avec  $M = 2,5$ , pour un demi-angle de cône  $>$  à  $20^\circ$ .

Les entrées supersoniques de turboréacteurs ont souvent une symétrie de révolution et elles sont munies d'un corps central. De pareilles entrées ont le défaut d'un  
10 maximum de puissance caractérisé à l'endroit du point de référence. Dans les avions, des mécanismes .....complexes de réglage d'entrée sont donc nécessaires pour l'adaptation au fonctionnement "off-design". En général, il se produit alors une adaptation au nombre Mach par déplacement axial  
15 du corps central, pendant que le débit d'air est réglé par des clapets dans la zone du diffuseur subsonique.

Sur les missiles supersoniques entraînés par statoréacteurs, missiles visés en priorité par la présente invention, il n'est pas question de prévoir des réglages  
20 compliqués de l'entrée. Ici, le problème d'adaptation a été réglé jusqu'à maintenant par le dimensionnement du système d'entrée en fonction du cas de fonctionnement le moins bon, à l'occasion de quoi à cause du danger d'instabilité (bourdonnement), un fonctionnement d'entrée subcritique n'est pas admis, de  
25 sorte qu'une variation de débit n'est pas possible. L'excès de puissance en vol direct qui en résulte et qui n'est pas utilisable est détruit, en fonctionnement supercritique d'entrée, par des pertes élevées de pression de repos dans le jet de fermeture.

30 Une amélioration essentielle de la situation dans le cas spécial d'une entrée à demi-symétrie de révolution est obtenue par une aspiration de la couche limite sur le corps central (brevet allemand 28 01 119), de sorte que le bourdonnement (instabilité de Dailey) peut être évité en fonctionnement subcritique. Ce principe de l'aspiration de la  
35

couche limite sur le corps central ne s'applique pas sans difficulté aux entrées à symétrie totale de révolution, parce qu'ici, il s'ajoute, dans la plupart des cas, une instabilité de Ferri.

5        On connaît par ailleurs une entrée supersonique (brevet des Etats-Unis d'Amérique 2 817 209), dans laquelle un corps central est déplacé axialement sans énergie auxiliaire. Le déplacement est dû alors à la pression dynamique produite dans un tube de Pitot, qui est relié, par un régulateur et une valve pilote, à l'intérieur d'un soufflet. 10        On mesure alors la pression dynamique à l'extérieur du corps central et en tout cas à l'extérieur du canal de flux, de sorte qu'on obtient une adaptation de la géométrie d'entrée aux conditions de flux.

15        Le but de l'invention est de créer une entrée ultrasonique du type indiqué plus haut, comportant un déplacement réglé par la pression pour le corps central et assurant que la ligne de discontinuité reste, en fonctionnement subcritique, à l'extérieur de l'entrée.

20        Pour la solution de ce problème, il est prévu suivant l'invention que l'entrée de la conduite de refoulement pour le moteur de poussée est dans le canal annulaire, qui est entre le corps central et l'enveloppe.

25        Les avantages obtenus avec l'invention consistent spécialement dans le fait que le corps central suit le jet de fermeture en fonction des conditions de fonctionnement de l'entrée par suite des conditions de pression dans le canal annulaire, de sorte que la ligne de discontinuité ne parvient pas dans l'entrée. Si le jet de fermeture se 30        déplace vers l'avant, le corps central le suit. De cette façon, le jet oblique provenant de la pointe du corps central est aussi déplacé vers l'avant, de sorte qu'en fonctionnement subcritique, le point d'intersection entre le jet oblique et le jet de fermeture est avancé jusqu'à 35        ce que la ligne de discontinuité provenant de ce point

d'intersection ne parvienne pas dans l'entrée. Grâce à la position de l'ouverture d'admission de la conduite de refoulement dans le canal annulaire, le déplacement du corps central se fait seulement à l'intérieur du corps central et du corps suiveur.

Suivant une disposition avantageuse de l'invention, le corps central s'amincit vers l'avant et vers l'arrière à partir d'un endroit de diamètre maximum.

Ceci a l'avantage que le canal annulaire qui est entre le corps central et l'enveloppe a la forme d'un diffuseur et que l'endroit le plus étroit du diffuseur peut être déplacé par le déplacement du corps central, pour un contour correspondant de l'enveloppe.

L'admission de la conduite de refoulement est sur le pourtour du corps central, près de la section transversale maximale de ce dernier. De cette manière, le flux qui est dans le canal annulaire n'est pas gêné par des pièces saillantes. De même, grâce à la position de l'ouverture d'admission, la pression régnant dans le canal annulaire est toujours saisie près de la section transversale la plus étroite du diffuseur subsonique.

On peut aussi répartir plusieurs ouvertures d'admission sur le pourtour du corps central. Cela a l'avantage d'alimenter le moteur de poussée par plusieurs conduites de refoulement, de sorte qu'une pression moyenne s'établit dans le canal annulaire.

Les conduites de refoulement peuvent aussi être munies de clapets anti-retour, si le déplacement du corps central doit déjà réagir sur le devant du front de jet et qu'il faille éviter une compensation de pression. C'est avantageux avec un flux oblique de l'entrée, parce qu'alors le plan du jet de fermeture n'est plus perpendiculaire au corps central, mais fortement penché et courbé dans le canal annulaire.

Une disposition avantageuse de l'invention présente

un moteur de poussée, composé d'une chambre qui est limitée par les parois du corps central et du corps suiveur. De cette façon, la construction du moteur de poussée ne demande pas d'autres pièces que le corps central et le corps suiveur.

La chambre du moteur de poussée peut être avantageusement annulaire. On prévoit en plus une chambre de décharge, qui est soumise, par l'intermédiaire d'une conduite d'aspiration, à la pression ambiante  $P_0$  et dont la surface transversale est complétée par celle de la chambre annulaire pour donner la surface transversale du corps suiveur. Une pareille conception du moteur de poussée permet, par un choix approprié des sections transversales de la chambre annulaire et de la chambre de décharge, un dimensionnement précis de la pression poussant le corps central.

Dans un exemple d'exécution de l'invention, la section transversale de passage de l'enveloppe s'étend, à partir de son ouverture d'entrée d'air, dans le sens du flux ; le corps central ferme, dans sa position finale avant, l'ouverture d'entrée d'air de l'enveloppe, et alors, l'admission est derrière l'ouverture d'entrée d'air de l'enveloppe, dans le sens du flux. Dans la position finale avant du corps central, le débit d'air se réduit à zéro. C'est avantageux par exemple si on intègre à la chambre de combustion du statoréacteur d'un missile un lanceur, qui produit l'accélération initiale nécessaire, puisqu'il ne peut pas y avoir de débit d'air dans cette phase. Une autre application de cette disposition du corps central avec le débit d'air zéro s'obtient avec le couplage de plusieurs entrées par l'intermédiaire d'une chambre de combustion, si, en cas de manoeuvres de vol, il y a un danger de reflux dans différentes entrées. Avec l'aide de cette régulation de débit à zéro, on peut empêcher ce reflux. Dans la position avant du corps central, le moteur de poussée reçoit la pression nécessaire au maintien de la position avant du corps

central par l'intermédiaire de la pression en retour du réacteur.

Suivant un développement avantageux de l'invention, au moins une partie du pourtour de la pointe du corps central est une tôle perforée, et, derrière la perforation, il se trouve une cavité, qui est reliée à une conduite d'aspiration. Grâce à ce dispositif, l'aspiration de la couche limite qui est sur le corps central afin d'empêcher le bourdonnement devient possible aussi pour des entrées supersoniques à symétrie de révolution.

D'une manière avantageuse, la cavité qui est dans la pointe du corps central peut communiquer, par l'intermédiaire de la chambre de décharge, avec la conduite d'aspiration. De cette façon, la chambre de décharge n'a pas besoin d'une conduite d'aspiration particulière.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la conduite de refoulement délivre la pression de service du moteur de poussée. Cette pression nécessaire au déplacement du corps central est fournie par l'élévation de pression régnant dans le canal annulaire, quand le jet de fermeture s'approche de l'admission de la conduite de refoulement. La pression régnant dans le canal annulaire n'est donc pas utilisée seulement comme pression de signalisation pour provoquer un déplacement : elle sert aussi à produire l'énergie de déplacement elle-même. L'entrée supersonique conforme à l'invention convient donc spécialement pour des missiles, pour lesquels il n'y a pas en général d'énergie extérieure disponible près de l'entrée supersonique.

Pour mieux faire comprendre l'objet de la présente invention, on va en décrire ci-après, à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, deux modes de réalisation représentés sur le dessin annexé.

Sur ce dessin :

- la figure 1 représente une coupe longitudinale de l'entrée supersonique d'un turboréacteur, le corps

central se trouvant dans sa position finale arrière ;

- la figure 2 représente une coupe longitudinale de l'entrée supersonique, le corps central se trouvant dans sa position finale avant ;

5 - la figure 3 représente une coupe longitudinale de l'entrée supersonique avec une aspiration de la couche limite sur le corps central, ce dernier se trouvant dans sa position finale arrière ; et

10 - la figure 4 représente une coupe longitudinale de l'entrée supersonique avec une aspiration de la couche limite sur le corps central, ce dernier se trouvant dans sa position finale avant.

Comme on peut le voir sur la figure 1, l'entrée supersonique se compose essentiellement d'une enveloppe 1 à symétrie de révolution, dont la paroi devient pointue vers l'avant, d'un corps central 2 s'amincissant vers l'avant et vers l'arrière à partir d'un endroit de diamètre maximum, ainsi que d'un corps suiveur 3, centré dans l'enveloppe 1 par des étais 4. Sur le dessin, le chiffre de référence 9 désigne le canal annulaire qui est formé entre le corps central 2 et l'enveloppe 1. Le corps central 2 est déplaçable, sur son axe longitudinal, sur le corps suiveur 3 et sur l'extrémité avant de celui-ci. En glissant en arrière, le corps central 2 vient porter contre une butée 13 qui est sur le corps suiveur 3.

25 La butée préserve des espaces creux entre le corps suiveur 3 et le corps central 2 ; ces espaces forment la chambre annulaire 5 et la chambre de décharge 7 et ils sont des éléments constitutifs du moteur de poussée 19. Ce dernier se trouve donc entre le corps central 2 et le corps suiveur 3 ; il est

30 formé par la chambre annulaire 5 en liaison avec la chambre de décharge 7 et il est alimenté par l'intermédiaire des conduites de refoulement 6. Vers l'avant, les chambres 5, 7 sont limitées par le corps central 2 ; vers l'arrière, elles le sont par le corps suiveur 3.

35 Comme on peut le voir sur les figures 1 et 2, la chambre de décharge 7 est reliée à une conduite d'aspiration



8, qui traverse axialement le corps suiveur 3, puis radialement, vers l'extérieur, un étai 4 et qui est soumise à la pression ambiante  $P_0$ . Les conduites de refoulement 6 mènent de la chambre annulaire 5 au pourtour du corps central 2, près de la plus grande section transversale de celui-ci. Les ouvertures d'admission 16, qui constituent des embouchures radiales des conduites de refoulement 6 dans le cannel annulaire 20, sont réparties régulièrement sur le pourtour du corps central 2. Les surfaces transversales de la chambre annulaire 5 et de la chambre de décharge 7 se complètent en la plus grande surface transversale du corps suiveur 3.

Des chocs de compression sont causés dans un flux supersonique par exemple par des corps entraînés ou par des conditions de la dynamique des gaz, par exemple par une pression antagoniste trop forte dans le cas d'une tuyère de Laval. L'air arrivant à une vitesse supersonique est abaissé à une vitesse subsonique par l'intermédiaire de jets obliques a, b, c et par le jet de fermeture d. Le jet oblique a part de la pointe 21 du corps central. Sur les figures 1 et 3, le jet oblique a rejoint le bord avant de l'enveloppe 1 et il assure un débit maximum pour une résistance minimale. Cet état de fonctionnement, qui est caractérisé par l'allure du jet oblique a, correspond à la configuration théorique de l'entrée ultrasonique. Le jet oblique b va alors du bord avant de l'enveloppe 1 vers le corps central 2 et il est réfléchi, sous forme de jet oblique c, par le corps central 2. Le jet de fermeture d est perpendiculaire dans le canal annulaire 20 et, en cas d'élévation de la pression dans le réacteur, avec un fonctionnement éventuellement critique à l'entrée, il se déplace vers l'amont dans la zone des conduites de refoulement 6. Par suite de l'augmentation de pression liée au jet de fermeture d, la pression augmente aussi dans la chambre annulaire 5, pendant qu'il n'y a presque pas de pression dans la chambre de décharge 7,

jusqu'à ce qu'il en résulte finalement une force qui pousse le corps central 2 vers l'avant dans une nouvelle position stable. A chaque position du jet de fermeture d est liée une position déterminée du corps central, dans laquelle règne l'équilibre des forces.

Sur la figure 2, le corps central 2 est dans sa position finale avant. Il peut l'atteindre parce que la pression régnant dans le canal annulaire agit sur les ouvertures d'entrée 16 et que, dans des conditions spéciales de fonctionnement, la pression de travail pour le moteur de poussée peut aussi être la pression en retour du réacteur. Dans ces cas-là, le corps central 2 ferme l'ouverture d'entrée d'air 17 de l'enveloppe 1. Les ouvertures d'admission 16 sont, dans cette position du corps central 2, encore à l'intérieur de la zone d'enveloppe et elles ne sont pas fermées par l'enveloppe 1.

Sur la figure 3, la course du corps central 2 par rapport au corps suiveur 3, avec une entrée cylindrique 18 d'enveloppe, est limitée par des butées et des butées antagonistes 11, 12, dans ses positions avant et arrière.

La figure 4 montre une entrée supersonique avec un corps central 2 dans sa position finale avant ainsi que l'allure des jets de compression en cas de fonctionnement subcritique de l'entrée supersonique. Ici le jet de fermeture d est en dehors de l'enveloppe 1 et il croise le jet oblique a provenant de la pointe du corps central. Du point d'intersection t il part une ligne de discontinuité s1 qui sépare deux zones de flux de même pression statique mais de pressions au repos différentes et donc de vitesses différentes. Quand cette ligne de discontinuité s1 pénètre dans l'entrée ultrasonique, il peut se produire un bourdonnement. Comme la ligne de discontinuité s1 s'étend à l'extérieur de l'ouverture d'entrée d'air 17 de l'enveloppe 1 par suite du déplacement du corps central, cela permet de mettre en oeuvre une aspiration à couche limite sur le corps central 2,

10

même en cas d'entrées à symétrie de révolution, afin d'empêcher le bourdonnement. Pour cela, le corps central 2 présente sur le pourtour de sa partie conique avant une tôle perforée 10 et une cavité 14, qui est disposée derrière et débouche dans la chambre de décharge 7, où elle est en liaison avec la conduite d'aspiration 15. De cette façon, l'air aspiré à travers la tôle perforée 10 sur le corps central 2 peut aller vers l'extérieur, dans l'atmosphère environnante par l'intermédiaire de la cavité 14, de la chambre de décharge 7 et de la conduite d'aspiration 15, qui est à l'intérieur du corps suiveur 3.

Il est bien entendu que les modes de réalisation ci-dessus décrits ne sont aucunement limitatifs et pourront donner lieu à toutes modifications désirables, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Entrée supersonique à symétrie de révolution, destinée à des turboréacteurs, comportant un corps central déplaçable axialement par rapport à un corps suiveur et  
5 formant une pointe vers l'avant, un moteur de poussée déplaçant le corps central et actionné en fonction d'une pression régnant à l'extérieur du corps central, ainsi qu'une enveloppe entourant, avec une distance radiale, au moins une  
10 partie du corps central et reliée par des étais au corps suiveur, caractérisée par le fait que l'admission (16) de la conduite de refoulement (6) est dans le canal annulaire (20) entre le corps central (2) et l'enveloppe (1).

2. Entrée supersonique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le corps central (2) s'amincit  
15 vers l'avant et vers l'arrière à partir d'un endroit de diamètre maximum.

3. Entrée supersonique selon la revendication 2, caractérisée par le fait que l'admission (16) de la conduite de refoulement (6) est sur le pourtour du corps central (2),  
20 près de la section transversale maximale de ce dernier.

4. Entrée supersonique selon la revendication 3, caractérisée par le fait que plusieurs ouvertures d'admission (16) sont réparties sur le pourtour du corps central (2).

25 5. Entrée supersonique selon la revendication 4, caractérisée par le fait que les conduites de refoulement (6) sont munies de clapets anti-retour.

6. Entrée supersonique selon la revendication 5, caractérisée par le fait que le moteur de poussée (19) est  
30 formé d'une chambre (5), qui est limitée par des parois du corps central (2) et du corps suiveur (3).

7. Entrée supersonique selon la revendication 6, caractérisée par le fait que la chambre (5) est une chambre annulaire (5) et qu'il est prévu une chambre de décharge  
35 (7), qui est soumise, par l'intermédiaire d'une conduite d'as-

piration (8), à la pression ambiante  $P_0$  et dont la surface transversale est complétée par celle de la chambre annulaire (5) pour donner la surface transversale du corps suiveur (3).

5 8. Entrée supersonique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée par le fait que la section transversale de passage de l'enveloppe (1) s'étend, à partir de son ouverture d'entrée d'air (17), dans le sens du flux ; que le corps central (2) ferme, dans sa position finale  
10 avant, l'ouverture d'entrée d'air (17) de l'enveloppe (1) et qu'alors l'admission (16) est derrière l'ouverture d'entrée d'air (17) de l'enveloppe (1), dans le sens du flux.

15 9. Entrée supersonique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée par le fait qu'au moins une partie du pourtour de la pointe du corps central est une tôle perforée (10) et que, derrière la perforation, il se trouve une cavité (14), qui est reliée à une conduite d'aspiration (15).

20 10. Entrée supersonique selon la revendication 9, caractérisée par le fait que la cavité (14) est reliée, par l'intermédiaire de la chambre de décharge (7), à la conduite d'aspiration (15).

25 11. Entrée supersonique selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée par le fait que la conduite de refoulement (6) délivre la pression de service pour le moteur de poussée (19).

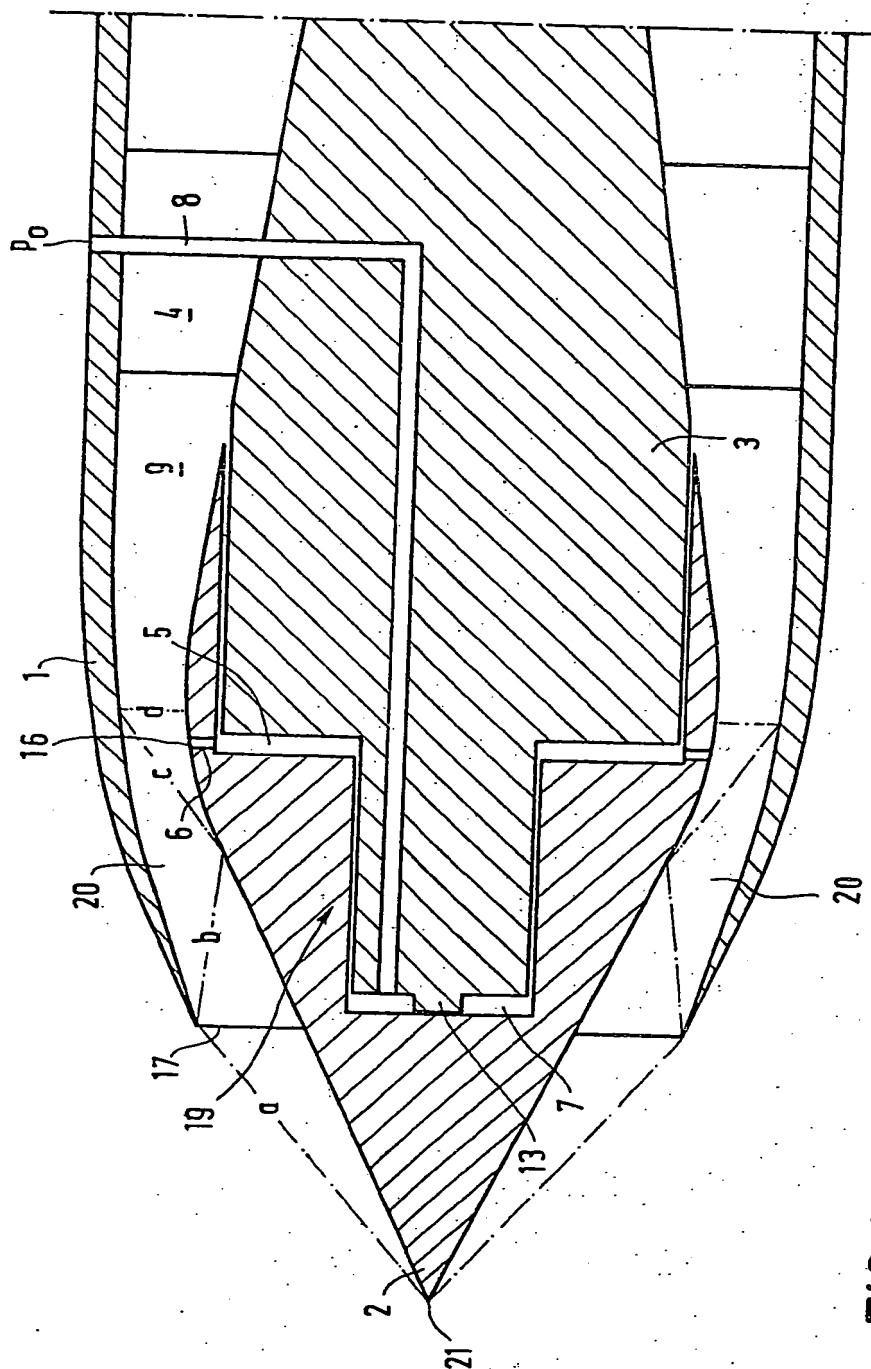


FIG. 1

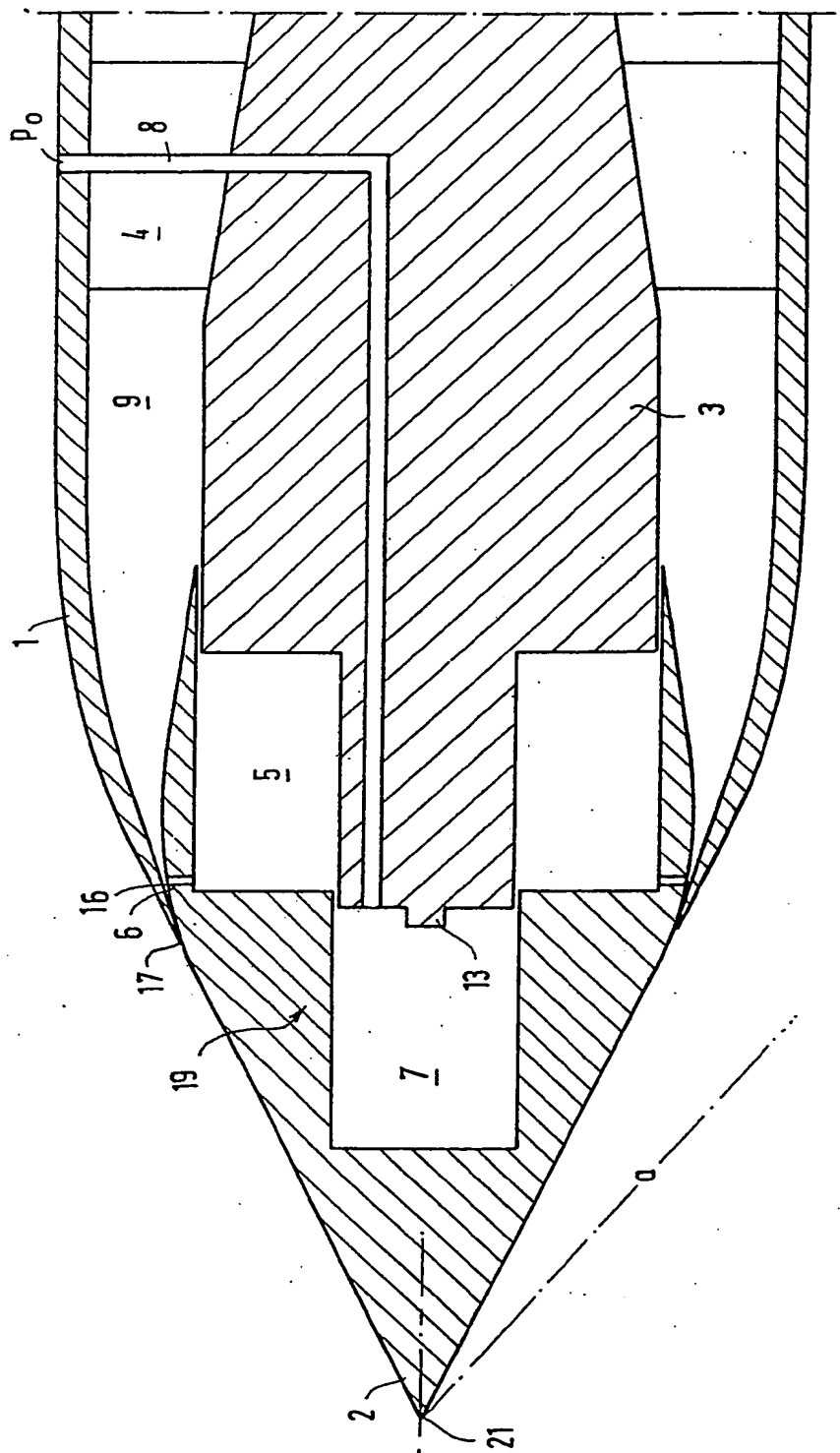


FIG.2

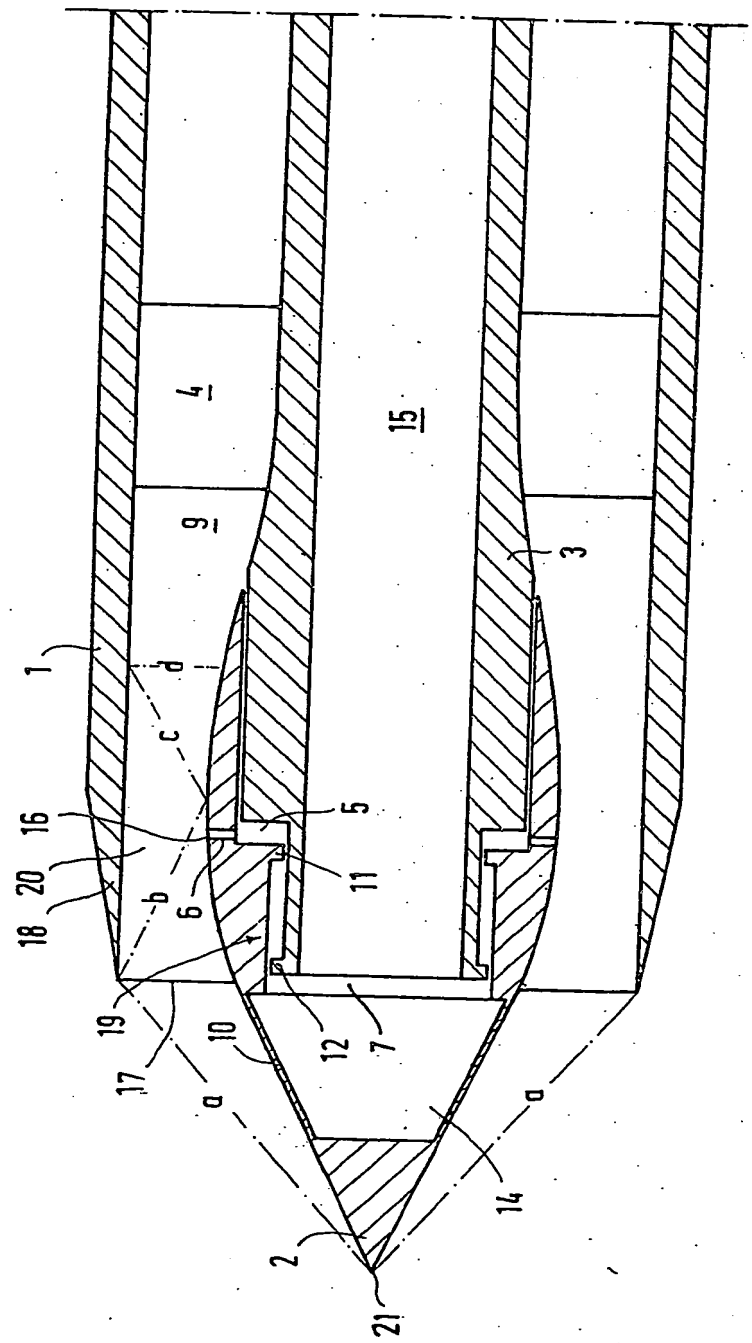


FIG.3



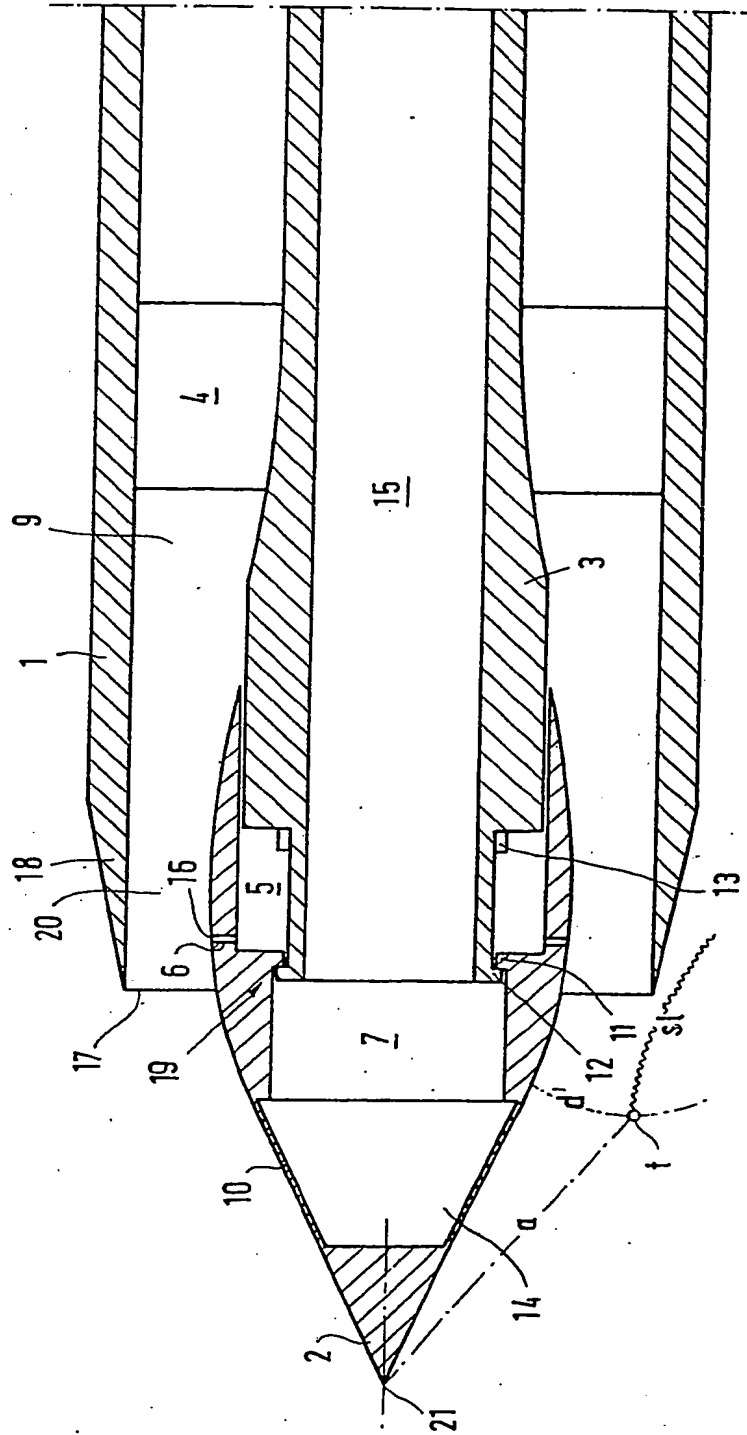


FIG. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)